

# АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССОВ СМЕСЕПРИГОТОВЛЕНИЯ И ФОРМООБРАЗОВАНИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ОТЛИВОК ИЗ ЧУГУНА

С. В. Кудласевич

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель И. Б. Одарченко

Цель работы: разработать теоретические принципы управления качеством отливок из чугуна посредством управления процессами смесеприготовления и формообразования.

Современная рыночная экономика в условиях конкурентоспособности предъявляет высокие требования к стабильности качества отливок машиностроительной, тракторостроительной, станкостроительной и других отраслей.

Качество отливок в соответствии с ГОСТ 15467–79 – это совокупность свойств, обуславливающих их пригодность к потреблению, их способность удовлетворять своему назначению.

Номенклатура показателей качества отливок устанавливается стандартами или техническими условиями. В зависимости от характеризующих свойств продукции, установлено 11 групп показателей качества, из которых в соответствии с ГОСТ 4.439–86 для отливок используют 5, которые включают в себя 22 показателя качества:

1. Классификационные показатели: марка сплава; класс точности; группа сложности; масса отливки, кг; габаритные размеры, мм.

2. Показатели назначения: временное сопротивление, МПа; предел текучести, МПа; относительное удлинение, %; относительное сужение, %; ударная вязкость, Дж/м<sup>2</sup>; верхний предел твердости, НВ; нижний предел твердости, НВ; неравномерность твердости; микроструктура.

3. Показатели экономного использования металла и технологичности: Припуски на механическую обработку, мм; Допуски размеров отливки, мм; Толщина не обрабатываемых стенок и ребер, мм; Допуски по толщине не обрабатываемых стенок и ребер, мм; Смещение от плоскостности поверхности на длине 600 мм; Допуски массы отливки, %.

4. Показатели качества поверхности: шероховатость поверхности.

5. Экономические показатели: экономический эффект, р.

В номенклатуру показателей также дополнительно могут быть включены и другие показатели, которые устанавливаются нормативно-технической документацией на отливку: герметичность, плотность, ударная вязкость при пониженных температурах и др.

Исходя из общей классификации отливок из чугуна по марке сплава отливки делят на: отливки из серого чугуна, ковкого, высокопрочного и вермикулярного. Это большое количество отливок (плиты, грузы, корпуса, блоки цилиндров, зубчатые колеса и др.) и поэтому в зависимости от назначения и предъявляемых требований чугунные отливки делят на три группы ответственности: неответственные, малоответственные и ответственные.

К первой группе ответственности относятся отливки для таких деталей, у которых конфигурация и размеры определяются только конструктивными и технологическими соображениями. Поэтому контролируемые показателями данной группы отливок являются: внешний вид, размеры и химический состав.

Ко второй группе ответственности относят отливки, работающие при статических нагрузках. Кроме внешнего вида, размеров и химического состава в отливках этой группы контролируются также механические свойства. Из механических свойств контролируются: относительное удлинение; предел текучести или временное сопротивление разрыву.

К третьей группе относят отливки, рассчитываемые на прочность и работающие при циклических и динамических нагрузках. Отливки данной группы подвергаются контролю по всем показателям, установленным для второй группы ответственности. Кроме этого отливки обязательно проверяют на ударную вязкость и другие, установленные нормативно-технической документацией показатели.

При контроле внешнего вида, контролируются: габаритные размеры, отсутствие видимых дефектов, шероховатость поверхности. Под химическим составом подразумевается контроль микроструктуры. При контроле механических свойств для чугунных отливок контролируются: временное сопротивление, предел текучести, относительное удлинение, ударная вязкость, твердость. Нельзя исключить показатели: марку сплава, массу отливки, толщина необрабатываемых стенок и ребер и добавить дефекты отливок.

Таким образом, основными контролируемыми показателями качества для чугунных отливок являются: микроструктура; временное сопротивление, МПа; предел текучести, МПа; относительное удлинение, %; относительное сужение, %; ударная вязкость, кДж/м<sup>2</sup>; верхний предел твердости, НВ; нижний предел твердости, НВ; габаритные размеры, мм; шероховатость поверхности; отсутствие дефектов; марка сплава; масса отливки, кг; толщина необрабатываемых стенок и ребер, мм; дефекты отливок.

При анализе взаимосвязей показателей качества чугунных отливок и факторов, влияющих на их формирование, была составлена классификационная система. Она позволила установить зависимость качества отливок от факторов, определяющих: качество формы, качество стержней, качество металла, качество сборки, качество заливки, качество охлаждения и кристаллизации, которые в свою очередь связаны с рядом критериев, определяющих свойства материалов, с параметрами процессов уплотнения и др. Установлено, что качество формы определяется совокупностью параметров: качества смеси, качества модельного комплекта, качества уплотнения, качества протяжки и качества вспомогательных материалов. Качество стержней зависит от: качества стержневой смеси, качества стержневой оснастки, качества уплотнения и отверждения, качества извлечения стержня и качества покрытия и красок. Качество металла, в свою очередь, зависит от качества исходных материалов, режимов и условий плавки,

вида модификатора, режима и условий модифицирования и скорости охлаждения. Качество сборки литейной формы зависит от: качества формы, качества стержней, качества оснастки и качества проведения технологических процессов сборки. На качество заливки влияют: скорость заливки, вид ковша или автоматического заливочного устройства. Качество охлаждения и кристаллизации зависит от скорости охлаждения, температуры заливки, качества направления охлаждения.

Разработанная классификационная система позволила заключить, что процессы смесеприготовления и формообразования взаимосвязаны только с качеством формы и стержней. В данном случае под качеством формы подразумевают ее свойства, которые подразделяются на четыре группы: механические, тепловые, аэродинамические, физико-химические. К механическим относят такие свойства как: прочность, уплотняемость, податливость, текучесть, упругие деформации, тепловые деформации. К группе тепловых свойств относятся: аккумулирующая способность, массовая теплоемкость, плотность, объемная теплоемкость, теплопроводность и температуропроводность. В группу аэродинамических свойств входят: газовыделение, газотворность, газопроницаемость, пористость. К группе физико-химических свойств относят: химическое сродство, растворимость, смачиваемость, поверхностная энергия и упругость диссоциации.

Анализ факторов, влияющих на свойства формы, показал, что, управляя процессами формообразования (уплотнения), осуществляют регулирование таких свойств как: газопроницаемость, газовыделение, пористость (аэродинамические); прочность податливость, упругие деформации (механические); теплопроводность, плотность (тепловые). В отношении регулирования физико-химических свойств, известно, что недостаточное уплотнение смеси вызывает образование механического пригара, резко ухудшающего качество поверхности отливки.

Указанные свойства литейной формы и формовочных смесей позволяют управлять качеством отливок (микроструктура, временное сопротивление, предел текучести, относительное удлинение, относительное сужение, ударная вязкость, верхний и нижний предел твердости, шероховатость поверхности) и регулировать вероятность образования дефектов (объемные газовые раковины, поверхностные газовые раковины, песчаные раковины, ужимы, изменения размеров отливки, горячие трещины) посредством управления процессами теплообмена между кристаллизующимся металлом и литейной формой, а также механическими и аэродинамическими свойствами литейной формы.

Процессы формообразования (уплотнения) определяются такими факторами качества смеси как: текучесть, сыпучесть, пластичность и способом уплотнения, от которого зависит качество распределения таких свойств формы, как прочность, плотность, пористость, газопроницаемость.

Качество смеси в свою очередь зависит от качества формовочных материалов и качества смешивания компонентов смеси. Под качеством смеси, как и формы, подразумеваются их свойства: прочность, газопроницаемость, газотворность, газовыделение, сыпучесть, пластичность, текучесть. Задачей смесеприготовления является равномерное распределение компонентов смеси для формирования тонкой пленки связующего на поверхности наполнителя.